

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. med. L. Demling)

Die ultraschallgezielte Punktion
von Schilddrüsenzysten
unter besonderer Berücksichtigung
ihres therapeutischen Effekts

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Renate Müller
aus Nürnberg

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. med. L. Demling)

**Die ultraschallgezielte Punktion
von Schilddrüsenzysten
unter besonderer Berücksichtigung
ihres therapeutischen Effekts**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Renate Müller
aus Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Priv.-Doz. Dr. H. Lutz
Korreferent: Prof. Dr. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 03.03.1980

Gewidmet in Dankbarkeit

meinen Eltern

und

meinem lieben Mann

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Material und Methodik	2
2.1 Geschichtlicher Überblick	2
2.2 Physik	3
2.3 Prinzip des B-Scan-Verfahrens	8
2.4 Nebenwirkungen	10
2.5 Durchführung der ultraschallgezielten Schilddrüsenpunktion	11
3. Patienten	14
4. Ergebnisse	15
5. Diskussion	18
6. Zusammenfassung	29
<u>Anhang</u>	
Tabelle Nr. 1	30
Tabelle Nr. 2	31
Abbildungen (Nr. 1 - 4)	32
Literaturverzeichnis	33



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

Für die Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen ist eine Kombination von funktionellen und morphologischen Untersuchungsmethoden entscheidend. Hierbei wurden mit Hilfe der Nuklearmedizin in den letzten 20 Jahren große Fortschritte erzielt. Die Schilddrüsen-Szintigraphie gibt Auskunft über Größe und Form der Schilddrüse, weiterhin darüber, ob umschriebene Strukturdefekte, d.h. kalte Knoten oder Bezirke, in denen vermehrt gespeichert wird, d.h. heiße Knoten, vorhanden sind. Bei kalten Schilddrüsenknoten konnte die morphologische Diagnostik der pathologisch veränderten Schilddrüse noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen führen (5, 31, 36, 44). Neben der Palpation, Laboratoriums- und Isotopendiagnostik ermöglicht neuerdings die Sonographie eine zusätzliche Aussage über die Gewebestrukturen. Ihre große Bedeutung liegt in der Differenzierung szintigraphisch festgestellter kalter Knoten bzw. Bezirke (2, 3, 9, 31, 33, 34, 36, 37, 40, 45). Obwohl die häufigsten Ursachen kalter Knoten degenerative Prozesse sowie Einblutungen, Zysten, Fibrosierungen, Verkalkungen und Entzündungen sind, ist eine gesicherte morphologische Diagnose zum Ausschluß eines Malignoms, möglichst unter Umgehung einer Operation, von größter Wichtigkeit. Als eine geeignete Methode gilt die Feinnadelbiopsie mit zyto-

logischer Beurteilung (4, 5, 6, 16, 34, 36, 38, 40, 44). Handelt es sich bei den kalten Knoten um zystische Veränderungen des Schilddrüsenparenchyms, besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die Flüssigkeitsansammlung im Sinne eines Therapieversuchs möglichst vollständig zu entleeren (10, 31, 36). Während sich die bisher auf dem Gebiet der Feinnadelpunktion vorliegenden Untersuchungsergebnisse auf die Schilddrüsendiagnostik beschränkten, soll in dieser Arbeit dargelegt werden, zu welchen Ergebnissen die therapeutische Anwendung der Zystenpunktion führt.

2. Material und Methodik

2.1 Geschichtlicher Überblick

Aus der Natur ist das Prinzip des Ultraschalls von den Fledermäusen bekannt. Ehe die Ultraschalltechnik Einzug in die Medizin hielt, fand sie bereits auf verschiedenen anderen Gebieten Anwendung. Technisch wurde Ultraschall unter der Bezeichnung "Sonar" erstmals während des Ersten Weltkrieges zur Ortung von Unterseebooten angewandt. Eine wichtige Rolle spielt Ultraschall auch in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung zur Erkennung von Werkstoffehlern, die als Schallreflektoren wirken (15, 24, 25, 31). In der Medizin kam Ultraschall aufgrund seiner

Wärmewirkung zunächst als Therapeutikum bei chronisch rheumatischen Leiden und Neuralgien zur Anwendung (39). Die ersten diagnostischen Untersuchungen wurden mit Durchschallverfahren vorgenommen, die später von den heute gebräuchlichen Impuls-Echoverfahren verdrängt wurden (15). 1949 verwendeten LUDWIG und STRUTHERS (30) die Ultraschallmethode zur Auffindung von Gallensteinen. Ebenso in der Neurochirurgie wie in der Schwangerschaftsdiagnostik nimmt der Ultraschall auch in der Ophtalmologie und gesamten Inneren Medizin einen festen Platz ein und hat über die Entwicklung von der eindimensionalen zur zweidimensionalen Darstellung in vielen Bereichen der Medizin an Bedeutung gewonnen (12, 20, 24, 31).

2.2 Physik

Die Erzeugung des Ultraschalls beruht auf dem 1880 von den Gebrüdern Curie entdeckten piezoelektrischen Effekt: Auf den Oberflächen polar gebauter Kristalle treten bei mechanischer Verformung elektrische Ladungen auf. Umgekehrt werden diese Kristalle in einem elektrischen Wechselfeld zu trägheitslos folgenden mechanischen Schwingungen angeregt, die in Luft oder Flüssigkeit weitergegeben werden. Aufgrund der Umkehrbarkeit dieses Effektes können die piezoelektrischen Schwinger sowohl als Sender

als auch als Empfänger dienen. Für die Ultraschallerzeugung verwendet man heute vorwiegend keramische Sinterkörper mit Piezoeigenschaften. Sie bestehen aus Bariumtitanat, Blei-Zirkonat-Titanat oder Bleimetanionat (15, 20, 37, 31, 36). Ein Ultraschallstrahler besteht aus einer dünnen Scheibe eines solchen Materials. Die Dicke dieser Scheibe kann so geschliffen werden, daß die Eigenfrequenz der Dickenschwingung der gewollten Ultraschallfrequenz und damit der Frequenz der elektrischen Anregung entspricht (27). Man benötigt möglichst kurze Impulse, da sie das Auflösungsvermögen erheblich verbessern (20, 30). In der medizinischen Diagnostik muß der Ultraschall als gerichtetes, möglichst schmales Schallbündel in das Gewebe eingestrahlt werden, um den Ort der Reflexion exakt bestimmen zu können. Die üblichen Ultraschallsender erzeugen ein Schallfeld, das sich in ein zylindrisches Nahfeld mit nahezu parallelem Verlauf des Schallbündels und ein Fernfeld mit divergentem Verlauf teilen läßt. Das Nahfeld stellt den Bereich dar, in dem aufgrund von Interferenzerscheinungen nach der Seite laufende Intensitätsmaxima (Nebenkeulen) und Intensitätsminima auftreten, während das Fernfeld interferenzfrei ist.

Als "Ultraschall" bezeichnet man Schallwellen einer jenseits des menschlichen Hörbereiches liegenden Frequenz von $16.000\text{-}10^9$ Hz. In der medizinischen Diagnostik verwendet man hochfrequenten Ultraschall mit Frequenzen zwischen 1 und 10 MHz. In diesem Frequenzbereich kommt dem Ultraschall Strahlencharakter zu, so daß die für die Lichtquellenoptik geltenden Gesetze auf ihn anwendbar sind: er kann gebündelt und gerichtet werden (15, 20, 27, 31, 36). In Flüssigkeiten und biologischen Geweben, mit Ausnahme des Knochens, erfolgt die Schallwellenfortpflanzung in Form von Longitudinalschwingungen, d.h. die Einzelschwingungen der Materieteilchen erfolgen in Richtung der Schallausbreitung. Die Schallausbreitungsgeschwindigkeit ist von der Dichte, Kompressibilität und Temperatur des leitenden Mediums abhängig. Sie beträgt in menschlichen Geweben durchschnittlich 1450 - 1550 m/sec.

Der Schallwellenwiderstand oder die akustische Impedanz ist als das Produkt aus der Dichte und der spezifischen Schallausbreitungsgeschwindigkeit eines Mediums definiert:

$$z = e \cdot v$$

(z = Schallwellenwiderstand, v = Schallgeschwindigkeit, e = Dichte (15,31)).

Grundlegend für die diagnostische Anwendung des Ultraschalls ist sein Reflexionsverhalten an akustischen Grenzflächen. Solche Grenzflächen liegen z.B. zwischen Haut und Subkutanfett, Fett und Muskel, Parenchym und Blutgefäßen. Trifft eine Schallwelle innerhalb des Körpers auf Grenzflächen zwischen Geweben unterschiedlicher Impedanz, so wird ein Teil des Schallbündels reflektiert, der andere transmittiert bzw. gebrochen (2, 12, 15, 20, 24, 26, 27, 31, 33, 36, 42). Der Reflexionsgrad des Ultraschalls ist dabei von der Größe des Impedanzunterschiedes zwischen benachbarten Geweben abhängig. Für Reflexion und Brechung gelten die aus der Optik bekannten Gesetze. Bei der annähernd gleichen Schallwellengeschwindigkeit in den verschiedenen Geweben spielt die Brechung bei der diagnostischen Anwendung praktisch keine Rolle (31). Da auch die Schallwellenwiderstände der Körpergewebe, mit Ausnahme des Knochens, wenig different sind, wird der überwiegende Anteil der Schallenergie transmittiert, während die Reflexion gering ist. Daher können die Ultraschallwellen mehrere hintereinander gelegene Grenzflächen passieren, und auch in tieferen Gewebeschichten Echos erzeugen. Bei hohen Impedanzunterschieden wird der Ultraschallstrahl dagegen praktisch total reflektiert, so daß z.B. hinter Knochen oder lufthaltigen Organen schalltote Räume entstehen. Diese systematischen Bildfehler bedeuten

zwar einerseits eine Begrenzung der Anwendung der Ultraschall Diagnostik; andererseits aber können Schallschatten eine wertvolle diagnostische Hilfe sein, wie bei der Erkennung von Steinen oder Verkalkungen (31).

Beim Durchgang des Ultraschalls durch Gewebe oder Flüssigkeiten wird die Schallenergie teilweise absorbiert, indem ein Teil der kinetischen Energie durch die innere Reibung des schalleitenden Mediums in Wärme übergeführt wird. Der Grad der Temperaturerhöhung im Gewebe ist von seinem Absorptionskoeffizienten, seiner Wärmeleitfähigkeit und vom Wärmeabtransport abhängig. Mit Ausnahme des Knochens haben die menschlichen Körpergewebe der Frequenz ungefähr proportionale Absorptionskoeffizienten (15, 20, 29, 31). Durch Streuung und Absorption kommt es zu fortlaufenden Schallintensitätsverlusten im Gewebe. Auch die Teilreflexion an mehreren durchstrahlten Grenzflächen führt zum Verlust von Schallenergie (15, 31). Da die von tiefer gelegenen Geweben kommenden Echos infolge von Absorption und Streuung ständig an Energie abnehmen, ist ein sog. elektronischer "Tiefenausgleich" notwendig, der eine wachsende Verstärkung bei zunehmender Echolaufzeit bewirkt. Dadurch können Echos aus tieferen Gewebeschichten mit gleicher Amplitude bzw. Helligkeit dargestellt werden wie schallkopfnähe. Die gute Schalleitung innerhalb von Flüssigkeiten bewirkt, daß der Ultraschall infolge des

Tiefenausgleichs hinter einer Zyste überdurchschnittlich verstärkt wird, so daß hier eine "Überstrahlung" auftritt (12, 15, 31).

Das Auflösungsvermögen des Ultraschalls ist definiert als der Abstand zweier reflektierender Objektpunkte, die im Sonogramm noch getrennt voneinander dargestellt werden können. Man unterscheidet dabei das Auflösungsvermögen in Strahlenrichtung (Tiefenauflösungsvermögen) und das quer zur Strahlenrichtung (Seitenauflösungsvermögen) (15, 26, 27, 31). Das Tiefenauflösungsvermögen ist von der Impulsdauer und damit von der Frequenz abhängig, das wesentlich schlechtere Seitenauflösungsvermögen vom Durchmesser des Ultraschallbündels und im B-Bild (s.u.) auch vom Zeilenabstand (31).

2.3 Prinzip des B-Scan-Verfahrens

Im Gegensatz zu dem einfachsten Ultraschallverfahren, dem sogenannten eindimensionalen A-Scan, handelt es sich beim B-Scan (Brightness-Scan) um das eigentlich bildgebende Verfahren. Man erhält dabei ein zweidimensionales Schnittbild der zu untersuchenden Körperregion. Der Ultraschallsender wird in der x-Achse bewegt und das darzustellende

Gebiet durch zahlreiche, in einer Ebene nebeneinander angeordnete Ultraschallstrahlen "abgetastet". Die y-Achse entspricht der Tiefe, in die die Schallstrahlen eingedrungen sind. An den durchschallten Grenzflächen erzeugt jeder einzelne Ultraschallstrahl Echos, die als Leuchtpunkte zeilenförmig dargestellt werden und in ihrer Gesamtheit die zweidimensionale Abbildung des entsprechenden Körperabschnittes aufbauen.

Die Abtastung kann entweder von Hand oder automatisch gesteuert durchgeführt werden. Wird der Ultraschallsender manuell über dem Untersuchungsgebiet verschoben, entsteht das fertige Schnittbild erst nach einigen Sekunden, d.h. nach vollständigem Ablauf der Abtastung (langsames B-Bild).

Bei dem sogenannten "schnellen B-Bild" erfolgt die Abtastung mechanisch oder durch die elektronische Ansteuerung von Multi-Elementen. In Abhängigkeit von der Bildbreite und Eindringtiefe wird das einzelne Ultraschallbild 15 - 40 Mal pro Sekunde aufgebaut. Da hierdurch die gesamte Abtastung in Sekundenbruchteilen geschieht, erlaubt dieses sogenannte "real-time-System" eine direkte Beobachtung von Bewegungsvorgängen im Körperinneren, sodaß dem Betrachter der Eindruck eines Gesamtbildes vermittelt wird.

2.4 Nebenwirkungen

Bei der therapeutischen Ultraschallanwendung wurden unter Aussendung von Dauerschall höherer Intensität hohe Erwärmungsgrade gemessen. Da aber in der Diagnostik mit Ausnahme des Dopplerverfahrens nur Impulsschall verwendet wird, ist hier eine schädigende Energieumwandlung nicht zu erwarten (15).

Eine breite diagnostische Anwendung des Ultraschalls in der medizinischen Diagnostik ist nur aufgrund der Tatsache möglich, daß das Risiko einer Gewebe- oder Genschädigung entfällt. Organschädigungen wären durch unmittelbare physikalische und chemische Wirkungen sowie durch sekundär bedingte spezifische Organreaktionen denkbar. Dies wurde in zahlreichen Nachuntersuchungen, Tierexperimenten und in - vitro-Beschallungen von Zellkulturen überprüft.

Von besonderer Bedeutung war die Frage, ob durch Ultraschall Chromosomenschädigungen und bei Beschallung während der Schwangerschaft embryonale Mißbildungen hervorgerufen werden. Keiner der darüber berichtenden Autoren konnte im diagnostischen Frequenz- und Intensitätsbereich nachteilige Auswirkungen feststellen. Zusammenfassend kann

davon ausgegangen werden, daß bei den in der medizinischen Diagnostik verwendeten Intensitäten von ca. 10 M Watt/cm² und Verwendung von Impulsschall keine negativen Folgen zu erwarten sind (15, 28, 31, 43).

2.5 Durchführung der ultraschallgezielten Schild- drüsenpunktion

Die in dieser Arbeit dargelegten Untersuchungen wurden mit dem Ultraschallgerät VIDOSON durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein B-Scan-Gerät mit schnellem mechanischen Bildaufbau. Zwischen Schallkopf und Körperoberfläche liegt eine sogenannte "Wasservorlaufstrecke", sodaß das inhomogene Nahfeld ausgeschaltet wird und die zu untersuchende Region im interferenzfreien Fernfeld liegt. Die Wasservorlaufstrecke endet an einer schalldurchlässigen Folie, die mit einer Gelschicht oder einem Ölfilm luftfrei an die Haut des Patienten angekoppelt wird. Die abgetastete Körperregion wird im Maßstab 1 : 1 auf dem Bildschirm dargestellt. Die Untersuchung wird in Rückenlage des Patienten durchgeführt, eine Nackenrolle unterstützt die Überstreckung des Halses. Da der Applikator des VIDOSON-Gerätes im Vergleich zu den Halsmaßen relativ groß ist, sind Longitudinalschnitte wegen fehlender Ankopplung nicht möglich. Die Schnittführung erfolgt deshalb transversal oder, zur Beur-

teilung jeweils eines Lappens, schräg. Bei beiden Schnittführungen wird der Applikator während der Untersuchung kontinuierlich in der kranial-kaudalen Achse verschoben.

Eine Vorbereitung des Patienten ist dabei nicht erforderlich. Die ultraschallgezielte Schilddrüsenpunktion wird meist am liegenden Patienten mit Dorsalflexion des Halses durchgeführt. In der Regel ist eine Anästhesie nicht notwendig. Nur bei kurativer Flüssigkeitspunktion von Schilddrüsenzysten mit Verwendung dickerer Nadeln ist eine Hautanästhesie mitunter sinnvoll (31, 34). Zunächst wird das Punktionsziel, d.h. der inhomogene oder echofreie Bezirk mittels Ultraschall lokalisiert. Anschließend markiert man den Punktionsort auf der Haut in zwei Ebenen. Zu diesem Zweck wird ein Metall- oder Holzstäbchen so zwischen Haut und Ultraschallapplikator gebracht, daß sein Schallschatten genau durch das Punktionsziel fällt. Die Stichrichtung entspricht der Richtung des Ultraschallstrahles. Die Tiefe, in der aspiriert werden muß, kann direkt auf dem Bildschirm abgemessen werden. Bei der geringen Distanz benutzt man Einmalkanülen der Größe 12-1. Da die Schilddrüse ein sehr stark vaskularisiertes Organ ist, sollte man zur Diagnostik eine möglichst feine Nadel mit einem äußeren Durchmesser von nicht mehr als 0,9 mm vorziehen. Zur Punktion von zystischen Prozessen empfiehlt sich jedoch wegen des oft hochviskösen Materials eine stärkere Kanüle, bei-

spielsweise 1,1 mm im Durchmesser. Aspiriert wird mit 20 ml-Einmalspritzen. Zur Vermeidung von Nachblutungen ist eine ausreichende Kompression ratsam, die bei entleerten Zysten ca. 15 Minuten lang erfolgen sollte.

Anschließend wird das aspirierte Material rasch auf Objektträger aufgespritzt und ausgestrichen. Die luftgetrockneten Präparate werden in der Regel nach May-Grünwald-Giemsa oder Pappenheim gefärbt. Auch die Färbung feucht fixierter Präparate nach Papanicolaou ist möglich (5, 21, 31).

Die Auswertung des gewonnenen Materials erfolgt nach den bekannten zytologischen Kriterien. Wir beziehen uns dabei auf die von Papanicolaou angegebene Einteilung für zytologische Befunde und unterscheiden fünf Befundkategorien:

- Gruppe I : unauffällige, normale Thyreozyten
- Gruppe II : von der Norm abweichendes Zellbild: Entzündungszellen, Makrophagen, degenerative Veränderungen
- Gruppe III : zweifelhaft abnorme Zellen, Zellanomalien, Kerngrößenvariabilität, follikuläre Proliferation, onkozytäre Adenome

- Gruppe IV : stark verdächtig, Zellatypien, Malignitätsverdacht
- Gruppe V : positiv, stärkergradige Zellatypien, eindeutige Tumorzellen

Die Indikation zur Feinnadelpunktion wurde an unserer Klinik bei folgenden sonographischen Befunden gestellt:

1. bei inhomogener Struktur
2. bei reflexfreier = "zystischer" Struktur
3. bei aufgelockerter Struktur

(31, 37)

3. Patienten

Im Hinblick auf den therapeutischen Effekt wurden die Befunde von 34 Patienten, bei denen im Laufe von 3 Jahren im Ultraschalllabor der Medizinischen Universitätsklinik in Erlangen eine gezielte Schilddrüsenpunktion durchgeführt worden war, ausgewertet. In 32 Fällen lag ein Szintigramm vor, in 2 Fällen handelte es sich um einen palpablen Knoten. Bei allen 34 Patienten war die Indikation zur Punktion entweder eine sonographisch eindeutig diagnostizierte Zyste oder ein umschriebener strukturhaltiger Bezirk, bei dem differentialdiagnostisch eine Zyste in Frage

kommt, in die es hineingeblutet hat oder ebenso eine Raumforderung anderer Genese. In 2 Fällen wurde das sonographische Bild als degenerative Veränderung beschrieben.

29 dieser Patienten wurden nach frühestens 3 Monaten zur sonographischen Nachuntersuchung einbestellt. 5 Patienten hatten sich in einem Zeitraum von 2 Wochen bis 3 Monaten nach der ultraschallgezielten Punktion einer Operation unterzogen, wobei diese aus unterschiedlichen Indikationen, nicht aber im Zusammenhang mit der vorangegangenen Punktion, durchgeführt wurde.

4. Ergebnisse

Die 32 vorliegenden Szintigramme zeigten bei 2 Patienten eine Struma nodosa, bei 3 Patienten eine euthyreote Struma diffusa und bei 27 Patienten kalte Knoten bzw. Bezirke. Die Struma nodosa wurde in beiden Fällen durch den sonographischen Erstbefund bestätigt. Bei den 3 szintigraphisch ermittelten euthyreoten Strumen stellte sich in 2 Fällen im Sonogramm jeweils eine kleinere Zyste dar. Von den 27 kalten Knoten bzw. Bezirken erwiesen sich im Ultraschallbild 22 als glatt begrenzte Zysten, 2 als inhomogene, unscharf begrenzte Strukturen im Sinne degene-

rativer Veränderungen und in 3 Fällen waren sowohl reflexfreie als auch strukturarme Bezirke festzustellen. Die beiden Patienten mit tastbaren Knoten, bei denen kein Szintigramm durchgeführt worden war, wiesen klar abgegrenzte Zysten auf.

Im Punktat der Schilddrüsenzysten fand sich reichlich zellarme bis mäßig zellreiche Flüssigkeit. Zysten oder regressive Veränderungen waren durch eine Anhäufung von Schaumzellen oder Phagozyten gekennzeichnet. Die hämorrhagischen Zysten und Pseudozysten zeigten schon makroskopisch ein typisches Bild. Sie enthielten typische dunkelbraune Flüssigkeit. Zytologisch waren massenhaft Erythrozyten vorhanden.

Die Aspirationspunktion führte zu folgenden Ergebnissen: In 28 Fällen konnte Flüssigkeit in einer Menge von 1 bis 200 ml entleert werden, die in 23 Fällen blutig tingiert war. Bei den 3 Patienten mit Zysten und degenerativen Veränderungen sowie in den beiden Fällen der degenerativen Veränderungen und der einen euthyreoten Struma diffusa ohne Zyste konnte nur zytologisches Material gewonnen werden. In 12 Fällen konnte die zystische Formation auf Anhub entleert werden, bei 7 Patienten gelang die vollständige Flüssigkeitsentleerung bei zwei- oder dreimaliger Punktion. 9 Sonogramme zeigten nach der Punktion eine Restzyste oder kleine flüssigkeitshaltige Areale.

Die zytologische Auswertung ergab in allen Fällen un-
verdächtige Befunde, d.h. Befunde der Gruppen I und II
(s. S. 13).

Die sonographische Kontrolluntersuchung in einem Zeit-
raum von 3 Monaten bis 3 Jahren nach der Punktion er-
gab folgendes Bild: Die beiden nodösen Strumen und die
euthyreote Struma diffusa wurden im Kontrollbefund be-
stätigt. Unter den 26 punktierten Zysten fanden sich
17 Rezidive, wobei 6 dieser Patienten bereits unmittel-
bar nach der Punktion eine unvollständige Flüssigkeits-
entleerung gezeigt hatten. In 9 der 26 sonographisch
nachuntersuchten Fälle war keine Zyste mehr abzugrenzen,
wobei in 2 Fällen eine Zysten Neubildung jeweils im ande-
ren Lappen zu erkennen war. Bei 3 Patienten, bei denen
eine Punktion der Zyste durchgeführt worden war, ergab
der Operationsbefund regressiv veränderte Adenome. Für ein
Rezidiv bestand kein Anhalt. Die chirurgische Behandlung
der beiden degenerativen Veränderungen zeigte jeweils ei-
ne gutartige Struma diffusa. In den 3 Fällen kombinierter
reflexfreier und strukturarmer Bezirke stimmte der Kon-
trollbefund mit dem Erstbefund überein (siehe Tab. 1).

Darüber hinaus konnten wir feststellen, daß 8 der 17 Pa-
tienten mit Zystenrezidiven im Zeitraum zwischen Punk-
tion und sonographischer Kontrolluntersuchung Schilddrü-

senhormon eingenommen hatten, während 7 der 12 rezidivfreien Patienten nicht mit Schilddrüsenhormon therapiert worden waren (siehe Tab. 2).

4 Patienten mit Schilddrüsenzysten gaben ein gelegentliches Druckgefühl im Zystenbereich an. Schmerzangaben wurden nicht gemacht. Durch die Punktion verursachte Komplikationen konnten in keinem Fall festgestellt werden.

5. Diskussion

Vor Einführung der Feinnadelpunktion war zur exakten Diagnosestellung bei szintigraphisch ermittelten kalten Knoten oder pathologischen Tastbefunden eine Operation unumgänglich. Es fehlte also eine Untersuchungsmethode, mit deren Hilfe ein chirurgischer Eingriff aus diagnostischen Gründen sich erübrigte. Als derartige Methode zur Senkung der Operationsrate kalter Schilddrüsenknoten bot sich die Feinnadelpunktion an. So wird in der Literatur vielfach darauf hingewiesen, daß die Schilddrüsenpunktion in der Differentialdiagnose und Verlaufsbeobachtung entzündlicher, degenerativer und tumoröser Schilddrüsenerkrankungen große Bedeutung gewonnen hat (2, 8, 13, 14, 16, 19, 36, 38, 48).

Obwohl die Schilddrüsenpunktion nunmehr eine Geschichte von über 25 Jahren hat, bemühte man sich um systematische zytologische Studien erst in diesem Jahrzehnt. Am Anfang dieser Entwicklung standen risikoreiche Grobnadel-Stanzbiopsien mit histologischer Beurteilung des Punkts. Die Methodik der Feinnadelpunktion, wie sie heute ausgeübt wird, geht auf skandinavische Zytologen, wie ZAJICEK, FRANZEN und SÖDERSTRÖM zurück. In der BRD gehört vor allem FRAHM (8) zu den Pionieren auf diesem Gebiet (3, 8, 22, 44).

An manchen Kliniken werden heute grundsätzlich alle palpablen Veränderungen punktiert, auch wenn kein szintigraphischer Befund vorliegt (4, 5, 11, 47, 49). Einige Untersucher geben schließlich enger gefaßte Indikationen an, wie Druckschmerz, großflächige Speicherverminderungen, szintigraphisch heiße Bezirke, wie sie sich bei Hyperthyreose darstellen (11, 18, 49), oder Verdacht auf entzündliche Veränderungen (21).

Kontraindikationen der Schilddrüsen-Feinnadelpunktion sind nicht bekannt. Nur WILDMEISTER (47) warnt vor einer Aspirationspunktion bei Gerinnungsstörungen. LUTZ und JUNG weisen darauf hin, daß auch in diesem Fall eine Punktion möglich ist, wenn nachfolgend eine entsprechende Kompression der Punktionsstelle erfolgt (18). Sicherheitshalber wird an unserer Klinik eine Gerinnungsanamnese erhoben.

Ergibt sich dabei der Verdacht auf eine Gerinnungsstörung, führen wir die Globalteste zur Prüfung des Gerinnungssystems durch (31).

Als relative Kontraindikation gilt erstens ein ausgeprägtes Lungenemphysem, wenn im Bereich der unteren Schilddrüsenpole punktiert wird, und zweitens eine hochgradige obere Einflußstauung, die die Gefahr einer Nachblutung mit sich bringt (47). Speziell in diesen Fällen sehen wir eine Indikation für die Ultraschalluntersuchung, mit deren Hilfe das Risiko einer blinden Punktion zu vermeiden ist. Generell führte die Tatsache, daß die Treffsicherheit der Punktion aufgrund von Palpations- und szintigraphischem Befund oft dem Zufall ausgesetzt ist, zu der Idee, perkutane Punktionen unter Ultraschall-Kontrolle durchzuführen. Da die Sonographie die bildliche Darstellung der Schilddrüsenstruktur ermöglicht, kann mittels Ultraschall das Punktionsziel exakt lokalisiert werden (9, 10, 31, 34, 37).

Grundsätzlich lassen sich mit Ultraschall Aussagen über Volumen-, Form- und Strukturveränderungen machen (41, 45). So kann u.a. zwischen solider und zystischer Struktur eines kalten Knotens differenziert werden.

Der Normalbefund der Schilddrüse zeigt beiderseits der Trachea ca. 2 x 3 cm große Formationen von relativ feiner,

gleichmäßig dichter Struktur. Der sagittale Durchmesser beträgt 1 - 1,5 cm. Ventral der Trachea kommt der ebenfalls dicht strukturierte Isthmus zur Abbildung. Da zwischen dem Schilddrüsenparenchym und den umgebenden Geweben ein großer Impedanzunterschied besteht, entstehen an den Begrenzungslinien grobe Reflexe, die die äußere Schicht des Organs überstrahlen. Lateral und hinter den Schilddrüsenlappen werden die Gefäße dargestellt. Sie zeigen einen Reflexsaum und eine zentrale echofreie Zone. In der Medianlinie findet man einen hellen Reflex, dem sich dorsal ein Schallschatten anschließt. Diese Erscheinung wird durch den Kehlkopfknorpel und die lufthaltige Trachea verursacht. Infolge der Totalreflexion kommt es zum Schallschatten (31, 36, 37) (Abb. 1).

Die Erkrankungen der Schilddrüse zeigen folgendes charakteristisches Echoverhalten: Bei einer Struma parenchymatosa ist die Reflexverteilung homogen und die Unterscheidung von einer normalen Schilddrüse nur aufgrund des Volumens möglich. Bei der Struma nodosa sind unregelmäßige Strukturmuster zu erkennen, die vom Vorhandensein regressiver Veränderungen, wie Bindegewebsvermehrungen, Kalzifikationen, Einblutungen oder zystischer Erweichungen, abhängig sind.

Zystische Veränderungen stellen sich dagegen folgendermaßen dar: Sie sind rundlich, scharf begrenzt, völlig strukturfrei und zeigen eine dorsale Schallverstärkung (Abb. 2 u. 3). Reflexfrei im physikalischen Sinn ist übrigens nur reine Flüssigkeit. Blut, Abszeßflüssigkeit und Exsudate können mehr oder weniger starke Binnenreflexe verursachen und sind daher manchmal nicht klar als Flüssigkeiten zu erkennen. Das Fehlen von Binnenreflexen gilt dennoch als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal zwischen festen und flüssigen Formationen (31). Eine weitere charakteristische Eigenschaft einer Zyste zeigt sich bei zunehmender Intensitätserhöhung. Die Zyste füllt sich dabei von der Peripherie aus mit Echos auf, während bei soliden Strukturen zuerst im Zentrum Reflexe sichtbar werden (2, 10, 34, 40, 45). Zystische Erweichungen und größere Einblutungen entsprechen in ihrer Struktur der Zyste, sind jedoch meist unscharf und ungleichmäßig begrenzt. Maligne Prozesse sind ebenfalls durch ein reflexarmes sonographisches Gewebemuster mit unklarer Begrenzung gekennzeichnet (31, 36, 37, 45) (Abb. 4). Vor allem bei den papillär-follikulären Schilddrüsenkarzinomen konnte eine "zystoide" Echostruktur beobachtet werden (9, 16). Diese Eigenschaft macht eine zytologische Abgrenzung notwendig. Innerhalb unseres Patientengutes fand sich unter den 5 operierten Fällen, die sonographisch und zytologisch als zystische Prozesse diagnostiziert worden waren, kein Malignom. Bereits in einer früheren Arbeit an unserer Klinik konnte bei histologischer

Untersuchung sonographisch und zytologisch gesicherter Zysten kein maligner Tumor festgestellt werden. Verschiedene Autoren weisen jedoch darauf hin, daß die Schilddrüsen-Zytologie nach Feinnadelpunktion keine absolute Treffsicherheit zeigt: d.h. die Möglichkeit, ein Schilddrüsenkarzinom zu übersehen, muß berücksichtigt werden. Eine korrekte Diagnose anhand der Zytologie wird in der Literatur in 80 - 95 % angegeben (13, 16, 17, 23). Anamnestisch und klinisch malignomverdächtige Befunde erfordern daher selbst bei wiederholt negativen zytologischen Befunden eine histologische Klärung (3, 4). DROESE und Mitarbeiter (4, 5) geben an, in 0,5 - 3,3 % der Zysten Tumorzellen gefunden zu haben.

Als etwas problematisch erwies sich, wie auch FRANK und ZOLLIKOFER (10) berichten, die Abgrenzung größerer zystischer Degenerationsherde solider Knoten von eigentlichen Zysten. 3 Patienten, bei denen die ultraschallgezielte Punktion reichlich Flüssigkeit aus einem scharf begrenzten reflexfreien Bezirk ergab, zeigten im Operationsbefund regressiv veränderte Adenome. Die beiden gutartigen diffusen Strumen waren bereits als inhomogene, unscharf begrenzte Strukturen erkannt worden, aus denen sich nur geringe Flüssigkeitsmengen entleeren ließen.

Der Schwerpunkt der bisher durchgeführten Untersuchungen über die ultraschallgezielte Punktion kalter Schilddrüsenbezirke liegt auf diagnostischem Gebiet. Über die therapeutische Punktion zystischer Formationen unter Ultraschall-Kontrolle gibt es kaum Ergebnisse. Dies liegt vorwiegend daran, daß nur im Rahmen einer systematischen Nachuntersuchung punktierter Zysten der Therapieerfolg konkret erfaßbar ist, während laut Angaben JANIKS (16), ohne eine derartige Nachkontrolle nur diejenigen Patienten zur erneuten Punktion erscheinen, bei denen ein Rezidiv auftritt. So liegen nur globale Aussagen über eine hohe Zahl von Rezidiven vor (16, 31, 44). Unsere Aufgabe war es nun festzustellen, ob die ultraschallgezielte Aspirationspunktion über die diagnostische Anwendung hinaus auch geeignet ist, teilweise die operative Therapie von Schilddrüsenzysten zu ersetzen.

In unserer Untersuchungsreihe ergab die Nachuntersuchung bei einer Zahl von 29 Patienten mit punktierten Schilddrüsenzysten eine Rezidivquote von 58,6 %, 12 der 29 Patienten (41,4 %) waren rezidivfrei (Tab. 2). Hierbei wurden die 3 Patienten, die sich einer Operation unterzogen hatten, mit einbezogen; bei ihnen war operativ keine Zyste festgestellt worden. Als wesentliche Ursache für die Entstehung von Zystenrezidiven erwies sich in unserer Untersuchungsreihe die Tatsache, daß es häufig nicht gelingt, die Flüssigkeit vollkommen abzupunktieren. Es konnte nur bei 12 von 28 Patienten

(42,9 %), bei denen Flüssigkeit gewonnen wurde, auf Anhieb eine vollständige Entleerung der Zyste erzielt werden, bei 7 der Patienten (25 %) gelang dies nach zwei- bis dreimaliger Punktion. In 32,1 % der Fälle (9 von 28 Patienten) zeigte hingegen das Sonogramm nach der Punktion noch flüssigkeitshaltige Areale, wobei 6 dieser unvollständig punktierten Zysten auf die Rezidivzysten entfallen und 3 auf operativem Wege als regressiv veränderte Adenome diagnostiziert wurden. Es gingen also 6 von 17 Rezidiven (35,3 %) auf eine unvollständige Flüssigkeitsaspiration zurück.

Das dadurch verursachte Auftreten von Zystenrezidiven wird anhand der pathologisch-anatomischen Grundlagen der Schilddrüsen- bzw. Zystenentstehung verständlich: Die Schilddrüse entwickelt sich aus dem entodermalen Epithel des Schlunddarmbogens, indem sich ein Zellstrang, der Ductus thyreoglossus, aus einer unpaaren Anlage in der Medianebene des Mundhöhlenbodens einsenkt. Dieser solide Epithelzapfen wächst kaudalwärts, erhält ein feines Lumen, schnürt sich vom Mundboden ab und sendet nach beiden Seiten Zellsprossen aus, mit denen sich die Anlage der Schilddrüsenseitenlappen abzuzeichnen beginnt. Der Ductus thyreoglossus bildet sich - mit starken individuellen Schwankungen - normalerweise ganz zurück. Es können aber an seiner Stelle Epithelreste zurückbleiben und zystisch degenerieren. Die auf diese Weise entstandenen Zysten sind mit wenigen Ausnahmen ganz oder teilweise mit Flimmer-

epithel ausgekleidet, besitzen einen schleimigen Inhalt und können solitär oder multipel auftreten (1, 28, 46). Eine erfolgreiche Therapie dieser Zysten ist nur zu erwarten, wenn ihre Epithelblätter miteinander verkleben können. Die erschwerte Aspiration eingedickter, kolloidaler Flüssigkeit verhindert dies jedoch häufig. Es bleibt eine Resthöhle zurück und die Zyste kann sich durch Abstoßung von Epithelzellen, daraus folgende Erhöhung des osmotischen Drucks und Flüssigkeits-einstrom erneut vergrößern.

23 der 29 von uns durchgeführten Zystenpunktionen (79,3 %) ergaben blutig tingierte Flüssigkeit. Diese häufige Blutaspiration findet einerseits eine Erklärung in der reichen Vaskularisation der Schilddrüse. Andererseits geht die Entstehung mancher Schilddrüsenzysten auf traumatische Vorgänge zurück, die zur Bildung sogenannter "Schokoladen- oder Blutungszysten" führen. JANIK (16) und MILLER (34) befürworten ausschließlich die Punktion solcher traumatisch entstandener Zysten, da sie nur diese - im Gegensatz zu Kolloidzysten - für rückbildungsfähig halten.

In 2 der 29 nachuntersuchten Fälle waren unabhängig von den punktierten Zysten neu aufgetretene Zysten nachweisbar. Diese beiden Fälle sind bei der geringen Untersuchungszahl nicht repräsentativ, weisen aber darauf hin, daß es möglicherweise Schilddrüsen gibt, die zur Zystenbildung neigen.

Eine weitere Schwierigkeit der therapeutischen Punktion der Zysten besteht in ihrer morphologischen Beschaffenheit. Wie wir feststellen konnten, zeigen die zystischen Formationen mitunter gangartige Verzweigungen, die eine vollständige Entleerung verhindern. Hieraus wird im übrigen ersichtlich, daß die Größe der Zyste keine Prognose über den Therapieerfolg gestattet, wie auch JANIK (16) bemerkt.

Weiterhin konnten wir unseren Untersuchungen den Hinweis entnehmen, daß die Gabe von Schilddrüsenhormon nach der ersten Punktion den Therapieerfolg nicht wesentlich verbessern kann. So hatten 8 der 17 Rezidivpatienten (47,1 %) Schilddrüsenhormon eingenommen, während andererseits 7 der 12 Patienten mit negativem Kontrollbefund (58,3 %) nicht mit Schilddrüsenhormon therapiert worden waren.

Das Flüssigkeitsvolumen der bei uns punktierten Schilddrüsensenzysten lag zwischen 1 und 200 ml. Der Punktionsvorgang verlief bei allen Patienten völlig komplikationslos. Auch von anderen Untersuchern wurden weder Infektionen noch sonstige Komplikationen festgestellt. Lediglich einzelne Autoren geben gelegentlich aufgetretene ziehende Schmerzen im Schilddrüsenbereich unmittelbar nach der Punktion (16) und kleinere Hämatome (4, 5, 13) an.

Die Ursache für die im allgemeinen völlig ungefährliche Feinnadelpunktion scheint im geringen Nadeldurchmesser zu liegen. Die Traumatisierung der Gewebe beschränkt sich auf einen feinen Stichkanal, der sich nach dem Herausziehen der Nadel gleich wieder schließt (4, 5, 19, 31, 34).

Während es mit Hilfe der einfachen Aspirationspunktion nur in einzelnen Fällen gelang, Zysten durch eine oder mehrere Punktionen zum Verschwinden zu bringen, waren unter unseren Patienten 41,4 % rezidivfrei. Wir sehen daher in der ultraschallgezielten Punktion über die diagnostische Anwendungsmöglichkeit hinaus eine Therapiemethode zur Senkung der Operationsfrequenz von Schilddrüsenzysten. In den Fällen nodöser Strumen, euthyreoter Strumen sowie degenerativer Veränderungen kann die Punktion unter Ultraschallkontrolle selbstverständlich nur diagnostischen, nicht therapeutischen Zwecken dienen. Eine besondere Indikation zur Schilddrüsenpunktion besteht bei großen, mechanisch Trachea und Oesophagus bedrängenden Zysten, insbesondere wenn Strumaträger z.B. wegen kardiopulmonaler Grundkrankheiten nicht operabel sind (16). Führt eine dreimalige Punktion nicht zum Erfolg sowie in den seltenen Fällen eines Tumorverdachtes ist eine chirurgische Ausschälung der Zyste unumgänglich (31). Die von FRANK und Mitarbeitern (9) aufgestellte Forderung, bei allen solitären zystischen Befunden vor einer Operation den Versuch einer kurativen Punktion mit sonographischer Verlaufskontrolle zu unternehmen, ist jedoch zu unterstützen. Speziell in Anbetracht des geringen Aufwandes und der risikolosen Durchfüh-

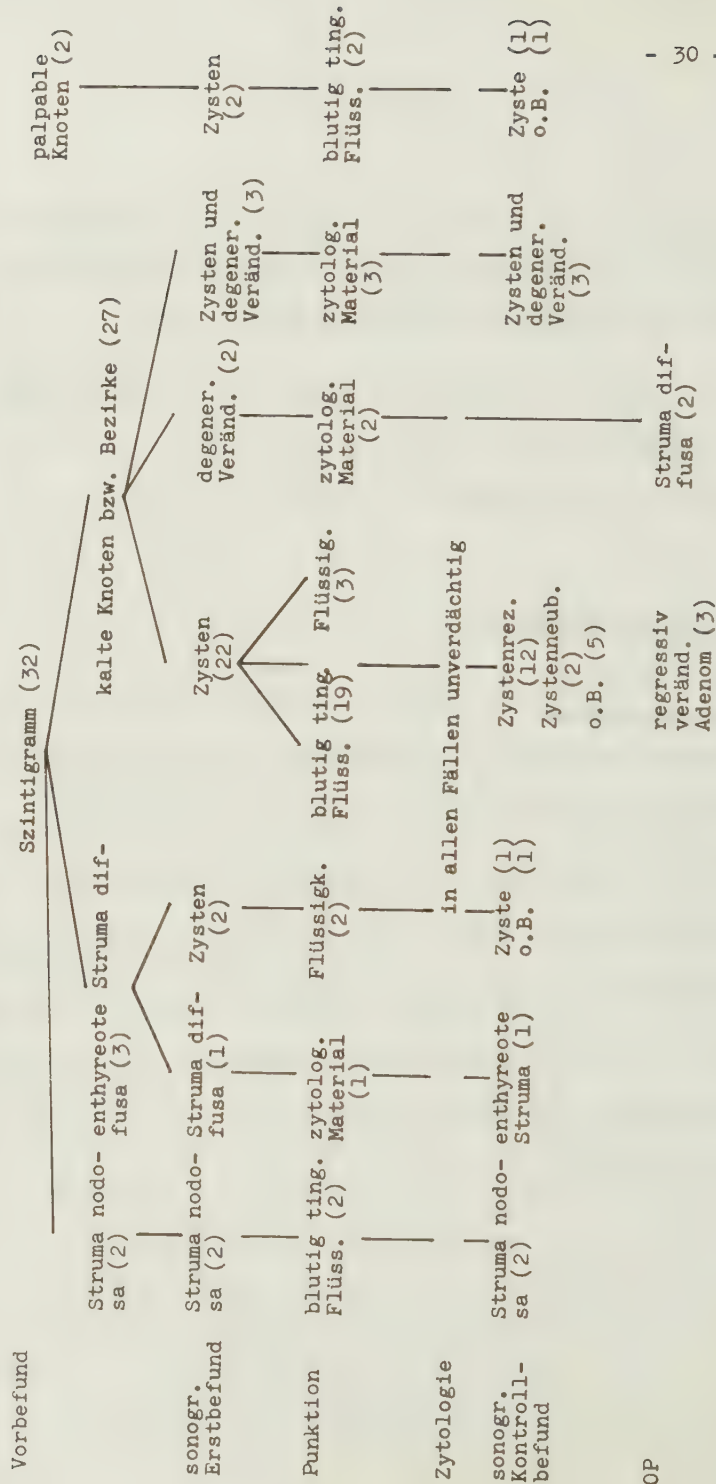
rung ist die ultraschallgezielte Punktion als sinnvolle therapeutische Maßnahme zu werten, durch die gegebenenfalls eine Operation vermeidbar ist.

Obwohl dem Patienten nur ein unter 50 % liegender Therapieerfolg in Aussicht gestellt werden kann, rechtfertigen die Vorteile dieses Verfahrens seine Durchführung.

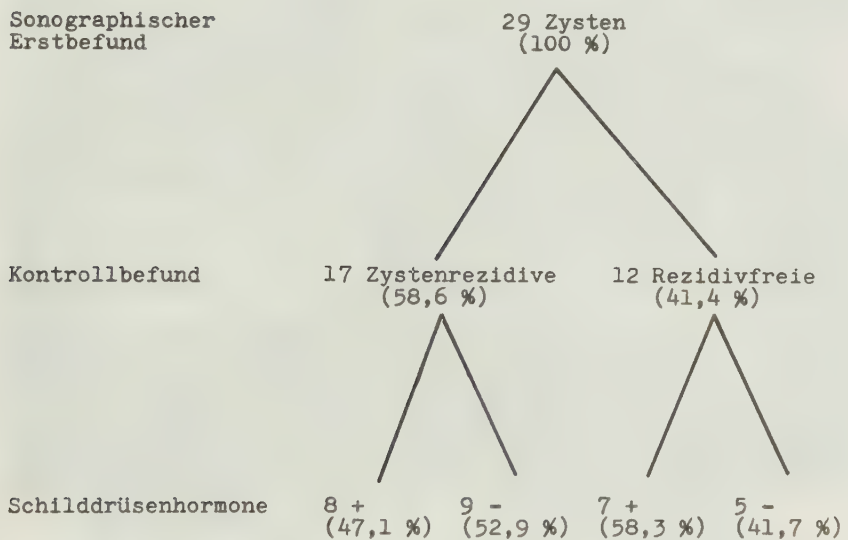
6. Zusammenfassung

Zur Beurteilung des Therapieerfolges auf dem Gebiet der ultraschallgezielten Schilddrüsenpunktion wurden 29 Patienten nach therapeutischer Punktion sonographisch nachuntersucht, bei 5 Patienten wurde nach der Punktion eine Operation durchgeführt. Dabei fanden sich unter den 29 Patienten mit Zysten 58,6 % Rezidive, während 41,4 % rezidivfrei waren. Die mit Hilfe des Ultraschalls gezielt durchführbare Feinnadelpunktion ist damit ein komplikationsloses Verfahren, das eine Differenzierung kalter Schilddrüsenknoten ermöglicht und darüber hinaus als Therapieversuch einer sofortigen Operation vorzuziehen ist.

Tab. 1: Überblick über die Vorbefunde, sonographischen Befunde (Erst- und Kontrollbefunde), Funktions-Zytologie- und Operationsbefunde der 34 untersuchten Patienten



Tab. 2: Sonographisch gesicherte Zysten
Rezidive absolut und in Prozent $\hat{=}$ ()
Anzahl der Patienten mit einer Schilddrüsenhormon-Therapie absolut und in Prozent



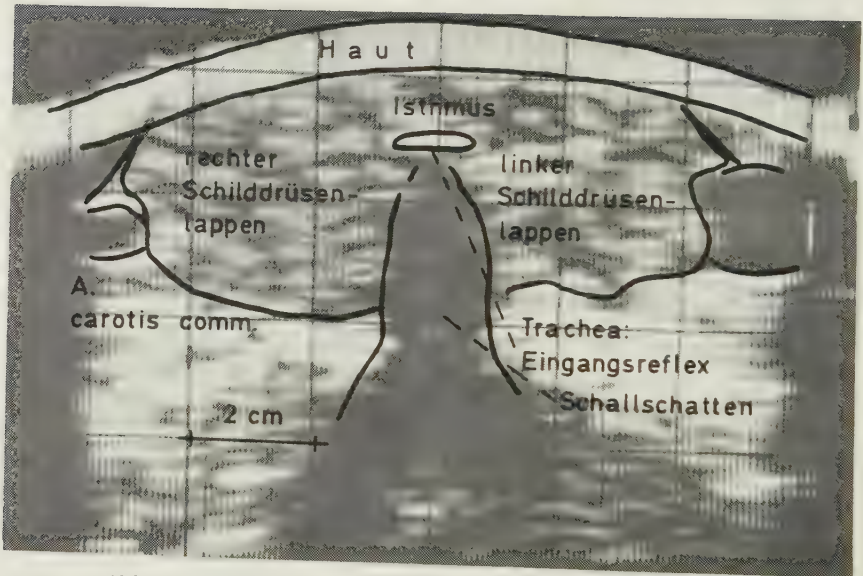


Abb. 1:

Gering vergrößerte, in der sonographischen Struktur unauffällige Schilddrüse (Struma diffusa)

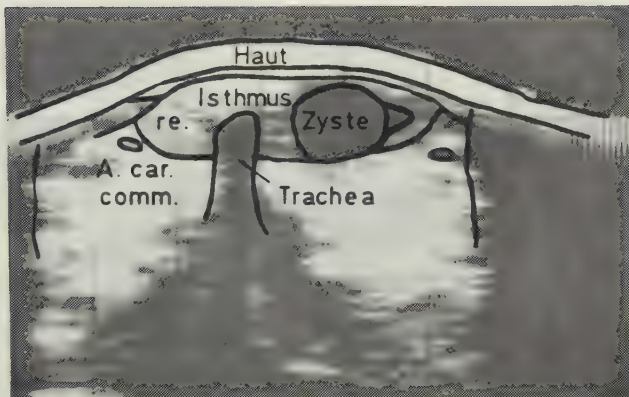


Abb. 2:

2 cm Ø Zyste im linken Schilddrüsenlappen
(rechter Lappen unauffällig)

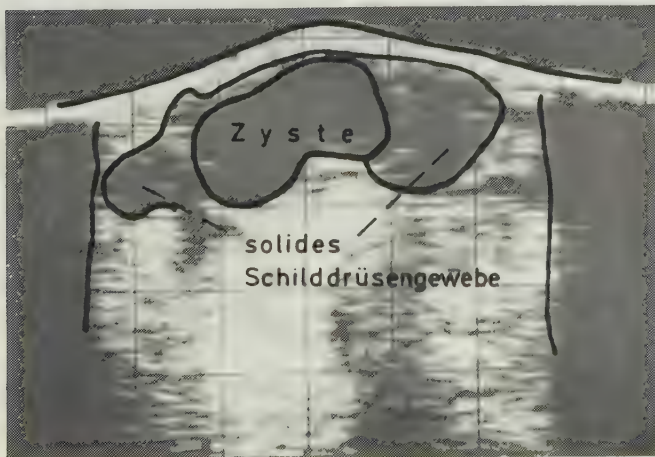


Abb. 3:

Zyste im rechten Schilddrüsenlappen, auf den Isthmus
übergreifend.

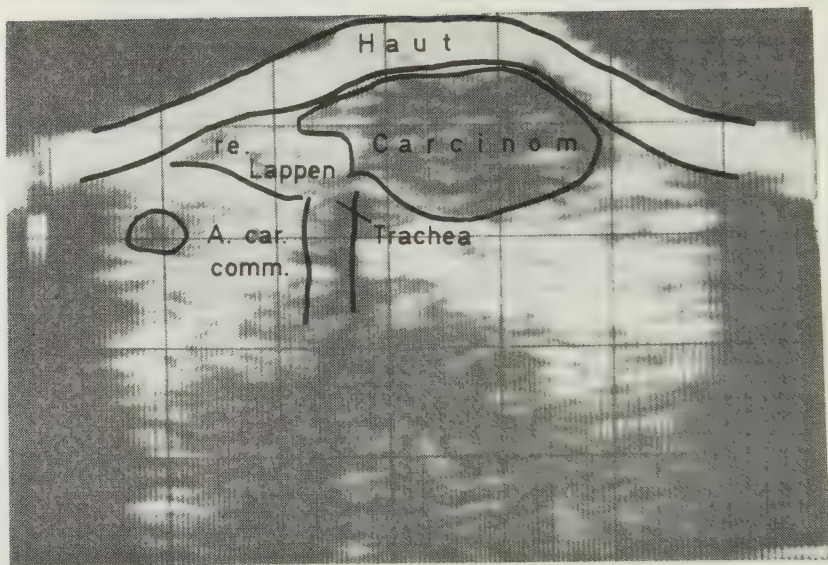


Abb. 4:

Carcinom im linken Schilddrüsenlappen, auf den Isthmus übergreifend. (echoarme Struktur im Vgl. zum normalen Schilddrüsengewebe rechts, s. auch Abb. 1)

LITERATURVERZEICHNIS

1. BANSI H.W.: Krankheiten der Schilddrüse.
In: Handbuch der Inneren Medizin (Hrsg. G.v.Bergmann, W. Frey, H. Schwiegl) Bd. 7, Teil 1, S. 457
Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1955
2. BLUM M., GOLDMAN A.B.,
HERSKOVIC A.,
WERNBERG J. : Clinical Applications of Thyroid
Echography
New Engl. J. Med. 287, 23 (1972)
1164
3. BÖRNER W., EMRICH D.,
HORSTER F.A., KLEIN E.,
PFANNENSTIEL P.,
REINWEIN D. : Diagnostik und Therapie des So-
litärknotens der Schilddrüse
Med. Welt 28, 15 (1977) 721
4. DROESE M., KEMPKEN K.: Die Feinnadelpunktion in der
Schilddrüsendiagnostik
Med. Klin. 71, 6 (1976) 229
5. DROESE M., SCHAUER A.,
EMRICH D. : Punktionszytologie der Schild-
drüse
Dtsch. Ärzteblatt 26 (1976)
1739
6. FEINE V., Zum WINKEL K.: Nuklearmedizin
Szintigraphische Diagnostik
Thieme, Stuttgart 1969 159
7. FASSBENDER H.G.: Pathologische Anatomie der endo-
krinen Drüsen
In: Lehrbuch der speziellen
pathologischen Anatomie (Hrsg.
M. Staemmler) Bd. 1, 2. Hälfte,
S. 1427

8. FRAHM H., DAMMAN W.: Vergleich zwischen cytologischen Beurteilungen von Schilddrüsenaspirationspunktaten und Radiojoddiagnostik sowie histologischen Befunden bei verschiedenen Schilddrüsenerkrankungen. Verb. dtsh. Ges. inn. Med. 78 (1972) 277

9. FRANK Th., ALBERS G., KRÄMER-HANSEN M., SCHNEEKLOTH G.: Ultraschall Diagnostik bei Schilddrüsenveränderungen
Therapiewoche 28 (1978) 943

10. FRANK Th., ZOLLIKOFER Ch.: Möglichkeiten der Ultrasonographie im Rahmen der Schilddrüsendiagnostik
Fortschr. Röntgenstr. 129, 5 (1976) 456

11. FROHWEIN V.: Differentialdiagnose des kalten Schilddrüsenknotens mit der Feinnadelbiopsie
Internist. Prax. 15 (1975) 75

12. FROMMHOLD H., HÜNIG R.: Leistungsfähigkeit und Grenzen der Ultraschallecholinographie - ein Beitrag zur Diagnose von Weichteilerkrankungen
Röfo 112, 1 (1970) 83

13. GALVAN G., POHL G.B.: Feinnadelpunktion und zytologische Auswertung von 2523 kalten Strumaknoten
Dtsch.med.Wschr. 98 (1973) 2107

14. GALVAN G., POHL G.B., SKERBISCH J.: Die Feinnadelpunktion "kalter" Strumaknoten bei 4555 Patienten eines Strumaendemiegebietes
Schweiz.med.Wschr. 106 (1976) 1247

15. HOLLÄNDER H.J.: Die Ultraschall Diagnostik in der Schwangerschaft
Urban & Schwarzenberg, München - Berlin - Wien 1975

16. JANIK I.: Die Zytologie der Schilddrüse in der Diagnostik sog. "Kalter Knoten"
In: Schleusener, H., Weinheimer B.: Schilddrüse 1973
Thieme Stuttgart 1974, 76
17. JENSEN Fl.: Conference on ultrasonically guided puncture 1978
The Danish Society of Diagnostic Ultrasound S. 60
18. JUNG I.: Die zytologische Untersuchung bei Schilddrüsenerkrankungen
Therapiewoche 28 (1978) 5068
19. JUNGINGER Th.,
FINSTERER H.,
PICHLMAIER H. : Die Punktionsdiagnostik von Schilddrüsenerkrankungen
Münch.med.Wschr. 115, 8 (1973) 306
20. KAZNER E., KRESSE H.: Physik und Technik der Ultraschall Diagnostik
Dtsch. Ärzteblatt 33 (1973) 2137
21. KIRSTAEDTER H.-J.: Differentialdiagnose der Schilddrüsenzytologie
In: Schleusener H., Weinheimer B.: Schilddrüse 1973
Thieme Stuttgart 1974, 90
22. KIRSTAEDTER H.-J.: Zytologische Untersuchungen bei Schilddrüsenerkrankungen
Therapiewoche 28 (1978) 5078
23. KLEIN E., KRACHT J.,
KRÜSKEMPER H.-L.,
REINWEIN D., SCHIBA P.C. : Praxis der Schilddrüsendiagnostik
Dtsch.med.Wschr. 98 (1973) 2362
24. KRAUSE W., SOLDNER R.: Ultraschallbildverfahren (B-scan) mit hoher Bildfrequenz für medizinische Diagnostik
Elektromedica 4 (1967) 8
25. KRAUTKRÄMER J.,
KRAUTKRÄMER H. : Werkstoffprüfung mit Ultraschall
Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1966

26. KRESSE H.: Grundlagen der Deutung des Ultraschall-Echobildes in der medizinischen Diagnose. Elektromedizin 13, 5 (1968) 169
27. KRESSE H.: Sonographie: Methodisch physikalische Grundlagen-Apparaturen Internist 17 (1976) 539
28. LABHART A.: Die Schilddrüse In: Labhart A.: Klinik der inneren Sekretion Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1957, 147
29. LOCH E.-G.: Kritische Betrachtung über mögliche Nebenwirkungen der Ultraschall Diagnostik Gynäkologie 9 (1976) 103
30. LUDWIG G.D., STRUTHERS F.W. : Detecting gallstones with ultrasonic echoes. Electronics 23 (1950) 172
31. LUTZ H.: Ultraschall Diagnostik (B-scan) in der Inneren Medizin Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1978
32. LUTZ H., EHLE R., PETZOLDT R., BARTELS O.: Ultraschall als Entscheidungshilfe bei Intensiv-Patienten Intensiv-med. 14 (1977) 118
33. MENG W., MÄNNCHEN E.: Das Ultraschallimpulseechoverfahren als Ergänzungsmethode der Schilddrüsenszintigraphie Dt. Gesundh.-Wesen 30 (1975) H. 20
34. MILLER J.M., Uz ZAFAR S., KARO J.J. : The Cystic Thyroid Nodule Radiology 110 (1974) 257
35. OSTADAL J.E.: Biopsie und Punktion Urban & Schwarzenberg, München - Berlin - Wien 1974

36. PETZOLDT R., LUTZ H.,
GRUMETH M.,
HECKHAUSEN H., WOPFNER F.: Sonographische Schilddrüsen-
Diagnostik
Fortschr. Med. 93, 34 (1975)
1725
37. PETZOLDT R., REGLER G.: Ultraschalldiagnostik: Schilddrüse
Folge I: Klinikarzt 5, 9 (1976)
776
Folge II: Klinikarzt 5, 10 (1976)
884
Folge III: Klinikarzt 5, 12
(1976 1098)
Folge IV: Klinikarzt 6, 1 (1977)
34
38. PFANNENSTIEL P.: Kritische Bewertung der Schild-
drüsenszintigraphie
Med. Klinik 72 (1977) 1
39. POHLMANN R., RICHTER R.,
PAROW E. : Über die Ausbreitung und Absorp-
tion des Ultraschalls im mensch-
lichen Gewebe und seine thera-
peutische Wirkung am Ischias und
Plexusneuralgie
Dtsch.med.Wschr. 65 (1939) 251
40. RASMUSSEN S.N.,
CHRISTIANSEN N.J.B.,
JØRGENSEN J.S., HOLM H.H.: Differentiation between cystic
and solid thyroid nodules by
ultrasonic examination
Acta Chir Scand 137 (1971) 331
41. RASMUSSEN S.N.,
HJORTH R.N. : Determination of thyroid volume
by ultrasonic scanning
J.clin. Ultrasound 2, (1974) 143
42. ROOS P., THJS L.G.: Die Bedeutung der Ultraschall-
technik und der digitalen Szin-
ticiphotoanalyse bei der Explora-
tion des solitären Schilddrüsen-
knotens
Radiobiol. Radiother. (1972) 137

43. ROTT H.-D., HUBER H.J.,
SOLDNER R., SCHWANITZ G.: Chromosomenuntersuchungen nach
Einwirkung von Ultraschall auf
menschliche Lymphozyten in vi-
tro
Elektromedica 40 (1972) 14
44. SMEJKAL V.: Der Wert der zytologischen Un-
tersuchung in der Schilddrüsen-
diagnostik
In: Schleusener H., Weinheimer B.:
Schilddrüse 1973, Thieme Stutt-
gart 1974, 70
45. THJS L.G.: Diagnostic Ultrasound in Clinical
Thyroid Investigation
J.Clin.Endocr. 32 (1971) 709
46. TONUTTI E.: Normale Anatomie der endokrinen
Drüsen und endokrine Regulation
In: Lehrbuch der speziellen
pathologischen Anatomie (Hrsg.
M. Staemmler) Bd. 1, 2. Hälfte,
S. 83
Walter de Gruyter & Co., Berlin
1956
47. WILDMEISTER W.: Frühdiagnostik der Schilddrüsen-
Malignome
Fortschr. Med. 95 (1977) 923
48. WILDMEISTER W., KURZ E.,
HORSTER F.A., BERGER H.,
HORSTMANN H., BAUST P. : Zur diagnostischen Bedeutung der
Schilddrüsenaspirationspunktion
und Cytologie bei Schilddrüsen-
krankheiten
Kongreß für innere Medizin,
LXXVIII, 289
49. WOHLLENBERG H.,
PFANNENSTIEL P. : Feinnadelbiopsie bei szintigra-
phisch kalten Schilddrüsenknoten
In: Schleusener H., Weinheimer B.:
Schilddrüse 1973,
Thieme Stuttgart 1974, 87

An dieser Stelle sei Herrn Professor Dr. med. L. Demling für die Übernahme des Referates herzlichst gedankt.

Herrn Privatdozent Dr. med. H. Lutz sage ich für die Bereitstellung des Themas und seine hilfreiche Unterstützung meinen ganz besonderen Dank.

L E B E N S L A U F

Am 30.8.1954 wurde ich als Tochter des Metzgermeisters Heinz Hausner und seiner Ehefrau Elisabeth Hausner, geb. Fiedler, in Nürnberg geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die Volksschule in Nürnberg/Möggeldorf und anschließend die Wilhelm-Löhe-Schule in Nürnberg. Dort legte ich im Juni 1973 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1973/74 begann ich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen - Nürnberg mit dem Studium der Zahnheilkunde und legte im März 1976 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Am 5. Juli 1979 beendete ich mein Studium mit dem zahnärztlichen Staatsexamen.

Seit dem 9. September 1977 bin ich verheiratet.

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197